1. SHANNON W. LUCID a bordo de la estación espacial Mir. Su misión en la plataforma duró seis meses.

Seis meses en la Mir

Ahora que el programa Transbordador-Mir se acerca a su fin, una veterana astronauta de la NASA analiza su misión a bordo de la plataforma rusa y sugiere qué enseñanzas pueden extraerse para la Estación Espacial Internacional

Shannon W. Lucid

Al menos una vez cada día, a menudo muchas más, flotaba sobre la gran ventana de observación del módulo Kvant 2 de la Mir y me quedaba mirando la Tierra, allá abajo, o las profundidades del universo. Así durante seis meses. Ni una sola vez dejó de conmoverme la majestad de la vista. Pero, si soy sincera, lo más asombroso era que yo, niña en los días precursores del Sputnik, cuando la guerra fría, allá por los años cincuenta, estuviese ahora ahí, en una estación espacial rusa. De pequeña perseguía por la pradera del Panhandle texano ramitas de amaranto arrastradas por el viento. Ahora estaba en un vehículo que casi parecía una ramita cósmica y trabajaba y departía con dos rusos: un oficial de las fuerzas aéreas y un ingeniero. Hace diez años, la historia hubiera sido un capítulo exclusivo de ciencia ficción.

Las agencias espaciales estadounidense y rusa empezaron a principios de los setenta a considerar la posibilidad de una permanencia prolongada en el espacio. Tras el fin de la tercera misión del Skylab en 1974, el programa americano se centró en los vuelos de los transbordadores espaciales. Muy cortos. Pero los rusos seguían dilatando el tiempo que sus astronautas pasaban en órbita, primero en la estación espacial Salyut y luego en la Mir, que significa en ruso “paz”. A principios de los noventa, acabada la guerra fría, parecía de lo más natural que los Estados Unidos y Rusia cooperasen en la nueva era de la exploración espacial, la construcción de la Estación Internacional. Los rusos se incorporaron al consorcio —al que pertenecen también las agencias espaciales europea, japonesa, canadiense y brasileña— en 1993.

SHANNON W. LUCID es astronauta del Centro Espacial Johnson de la NASA en Houston. Ha participado en cinco vuelos espaciales, entre ellos su misión en la Mir, y suma en total 223 días en órbita.

La primera fase de este proyecto conjunto fue el programa Transbordador-Mir. La NASA planeó una serie de misiones del transbordador para enviar astronautas americanos a la estación rusa; estarían en la Mir unos cuatro meses y realizarían experimentos científicos muy diversos, sujetos a una exigente revisión de expertos. El transbordador espacial atracaría periódicamente en la Mir para el relevo de la tripulación y descargar suministros. Aparte de los objetivos científicos, la NASA quería aprender a trabajar con los rusos, ganar experiencia en vuelos espaciales largos y reducir los riesgos que supondrá la construcción de la Estación Espacial Internacional. Norm Thagard fue el primer astronauta americano que vivió en la Mir. Conmigo empezó —ocho meses después de que terminase la misión de Thagard— una ininterrumpida presencia estadounidense en el espacio que ha durado más de dos años.

Mi participación en el proyecto se remonta a 1994. Hacía ya quince años que era astronauta de la NASA y había volado en cuatro misiones del transbordador. A última hora de la tarde de un viernes me llamó por teléfono mi superior, Robert "Hoot" Gibson, jefe de la oficina de astronautas de la NASA. Me preguntó si estaba interesada en estudiar ruso a jornada completa, por si tenía que entrenarme en Rusia para ir a la Mir. Mi respuesta inmediata fue que sí. Hoot templó mi entusiasmo diciéndome que sólo se me apuntaba a estudiar ruso, y eso no quería decir necesariamente que fuese a ir a Rusia y mucho menos que volase en la Mir.

2. LUCID FLOTA LIBREMENTE en el Bloque Base de la Mir y posa para una foto patriótica tomada por uno de los cosmonautas el 4 de julio de 1996.

Colgué el teléfono y por un momento encaré las cosas como eran. Faltaba menos de año y medio para la misión en la quizá me embarcase. En ese plazo tendría que aprender una nueva lengua, no sólo para comunicarme con mis compañeros de tripulación, sino también para entrenarme en Rusia. Tendría que aprender los sistemas y las operaciones de la Mir y la Soyuz, la nave "de línea" que une la Tierra con la estación espacial. Yo viajaría en el transbordador espacial; no podía, pues, perder la costumbre de la nave americana y debería, además, dominar la serie de experimentos que realizaría en órbita.

¿Por qué me atraía la Mir? ¿Por qué se unían tantos países para construir una nueva estación espacial? Sin duda, por la investigación en el espacio. La gravedad influye en todos los experimentos que se hacen en la Tierra, menos los de las torres de caída libre o los aviones de vuelo parabólico. Pero en una estación espacial se pueden llevar a cabo investigaciones largas sin apenas peso, en un entorno microgravitatorio. Y la experiencia que se gana con una presencia humana continua en el espacio ayudará a que sepamos qué hará falta en los vuelos tripulados a otros planetas.

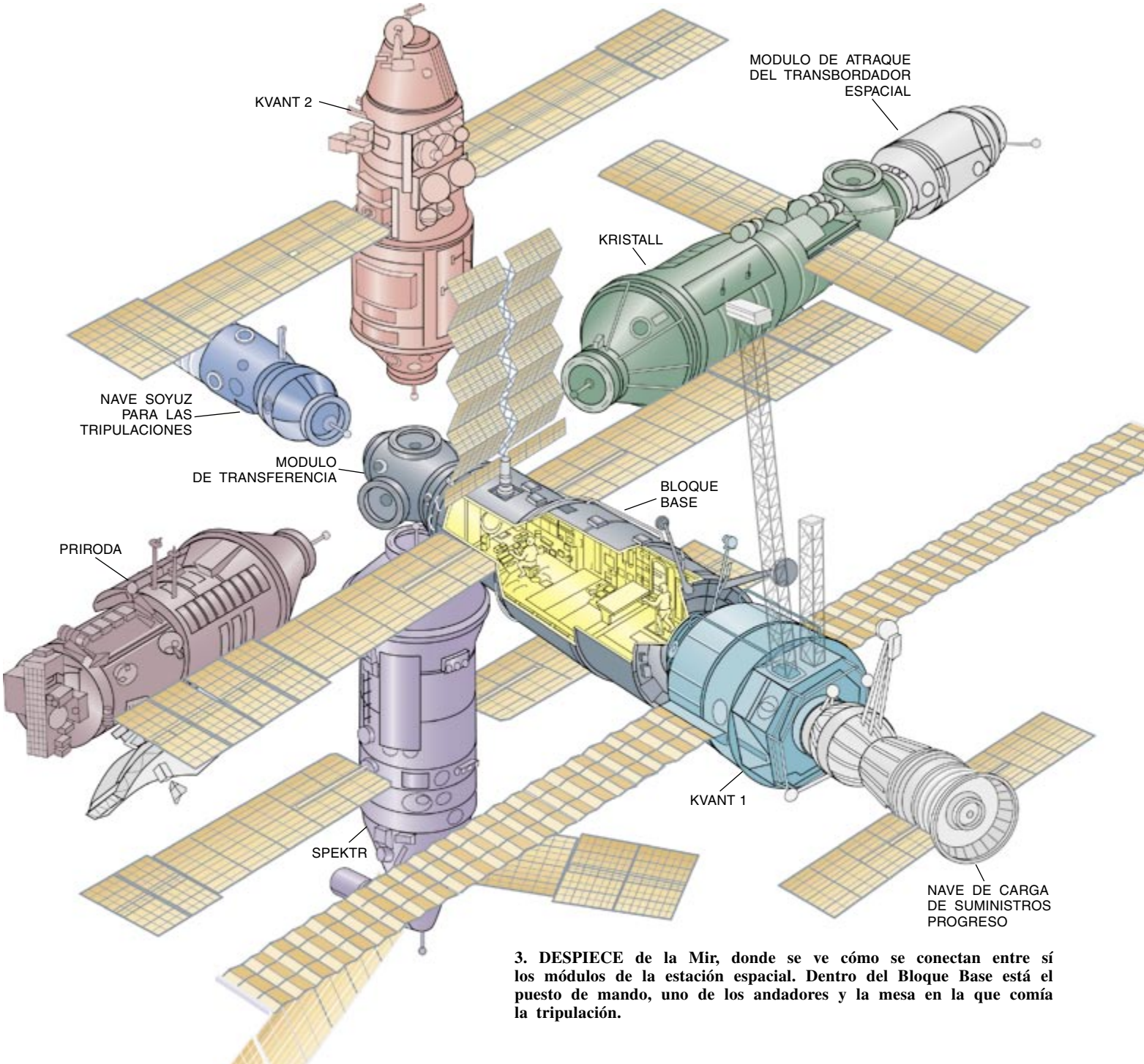
Desde un punto de vista, la misión Mir era una oportunidad perfecta para combinar dos de mis pasiones: volar en avión y el trabajo de laboratorio. Recibí mi licencia privada de piloto a los 20 años. No he dejado de volar desde entonces. Y antes de hacerme astronauta me doctoré en bioquímica por la Universidad de Oklahoma en 1973. Para una científica a la que le gusta volar, ¿podría haber algo más emocionante que trabajar en un laboratorio que da vueltas a la Tierra a 27.000 kilómetros por hora?

Llevaba tres meses de estudio intensivo del idioma cuando dieron el visto bueno para trasladarme a la Ciudad de las Estrellas, el centro de formación de astronautas cercano a Moscú. Llegué allá en enero de 1995, en pleno invierno ruso. Me levantaba cada mañana a las cinco para estudiar. Mientras iba a clase no dejaba de pensar en que un paso en falso sobre el hielo podría acabar con una pierna rota y el fin de mi sueño de volar en la Mir. Me pasaba la mayor parte del día en las aulas, asistiendo a clases sobre los sistemas de la Mir y la Soyuz, en ruso todas, ni que decir tiene. Por la noche seguía estudiando la lengua y viéndomelas y deseándomelas con manuales escritos en un ruso técnico. A medianoche caía rendida en la cama.

Nunca en mi vida he trabajado tanto como ese año. Acabar mis estudios universitarios con unos críos que casi no sabían ni andar fue en comparación un juego de niños. (Ahora mis tres hijos ya eran mayores y mi marido podía visitarme en Rusia.) Por fin, en febrero de 1996, pasados todos los exámenes médicos y técnicos requeridos, la comisión espacial rusa me admitió para integrarme en la tripulación de la Mir. Viajé a Baikonur, Kazajistán, a ver el lanzamiento de la Soyuz que llevaba a la Mir a mis compañeros de tripulación, un militar y un civil: el comandante Yuri Onufriyenko, oficial de las fuerzas aéreas, y el ingeniero de vuelo Yuri Usachev. Volví entonces a los Estados Unidos para entrenarme durante tres semanas con la tripulación de la misión STS-76 del transbordador. El 22 de marzo de 1996 despegamos del Centro Espacial Kennedy en el transbordador *Atlantis*. Tres días después atracaba en la Mir y yo me incorporaba oficialmente a la tripulación de la estación espacial; según lo proyectado mi estancia iba a ser de cuatro meses y medio.

La vida en la microgravedad

Dediqué mis primeros días en la Mir a conocer a Onufriyenko y Usachev —hablábamos sólo en ruso— y las cosas de allí. El diseño de la Mir es modular. Se construyó por etapas. La primera parte, el Bloque Base, se lanzó en febrero de 1986. En un extremo tiene conectado Kvant 1, que se lanzó en 1987,



3. DESPIECE de la Mir, donde se ve cómo se conectan entre sí los módulos de la estación espacial. Dentro del Bloque Base está el puesto de mando, uno de los andadores y la mesa en la que comía la tripulación.

y en el otro el módulo de transferencia, que hace lo que un pasillo en una casa, sólo que en vez de ser un corredor con puertas es una bola con seis trampillas. Kvant 2 (1989), Kristall (1990) y Spektr (1995) están atracados en ellas. Durante mi estancia los rusos lanzaron Priroda, el último módulo de la estación espacial, y lo conectaron al módulo de transferencia. Priroda contenía el laboratorio donde realicé casi todos mis experimentos. Guardaba mis pertenencias y dormía cada noche en Spektr. No tardaba mucho en llegar al trabajo: unos segundos nada más. Flotaba de un módulo al otro.

Los dos cosmonautas dormían en unos cubículos del Bloque Base. Casi todas las mañanas el despertador sonaba a las ocho. (Mir lleva la hora de Moscú, lo mismo que el control ruso de la misión en Korolev.) En unos 20 minutos estábamos vestidos y listos para una nueva jornada. Empezábamos por calarnos los cascos y el micrófono para hablar con el control de la misión. A diferencia del transbordador espacial, que transmite los mensajes por medio de un par de satélites de comunicación, Mir no está en contacto permanente con tierra. Los astronautas sólo pueden hablar con el control de la misión cuando la estación espacial pasa sobre uno de los centros rusos de comunicación en tierra. Por cada órbita hay uno de estos "pases" —cada 90 minutos más o menos— y vienen a durar unos 10 minutos. El comandante Onufriyenko quería que estuviésemos todos "al aparato" cada vez que se podía comunicar, por si nos querían decir algo desde tierra. Este hábito nos permitía determinadas pausas a lo largo del día. Nos reuníamos en el Bloque Base y antes y después de hablar con la misión de control departíamos un rato.

Tras el primer pase del día desayunábamos. Comíamos siempre juntos, flotando alrededor de una mesa del

Bloque Base. Antes del vuelo creía que el menú repetido me quitaría el apetito; mas, para mi sorpresa, tenía hambre en cada comida. Tomábamos alimentos deshidratados rusos y americanos, que reconstituíamos con agua caliente. Experimentábamos mezclando los contenidos de los recipientes para crear nuevos sabores. Cada uno tenía sus mezclas favoritas que recomendaba a los demás. Me gustaba tomar en el desayuno un sobre de sopa rusa —por lo usual *borscht* o de verduras— y zumo. Me gustaba almorzar o cenar cazuelas rusas de carne y patatas. A los rusos les encantaba la mayonesa americana; la ponían a casi todo.

Nuestras actividades diarias estaban detalladas en un horario que los rusos llamaban Formulario 24. Los cosmonautas se pasaban la mayor parte del día cuidando los sistemas de la Mir, mientras yo me encargaba de los experimentos de la NASA. Teníamos que hacer ejercicio todos los días para que no se nos atrofiasen los músculos en el entorno ingrávido. Solíamos ejercitarnos justo antes del almuerzo. En la Mir hay dos andadores mecánicos —uno en el Bloque Base, el otro en el módulo Kristall— y bajo una plancha del suelo del Bloque Base se guarda una bicicleta ergométrica. Seguíamos tres programas de ejercicio preparados por fisiólogos rusos; cada día hacíamos uno diferente, y repetíamos el ciclo. Cada programa nos llevaba unos 45 minutos; alternaban períodos de correr en el andador con ejercicios en los que tirábamos de cuerdas elásticas para simular las fuerzas gravitatorias que allí no sentíamos. Hacia el final de mi estancia en la Mir me pareció que tenía que hacer más ejercicio, y terminado el establecido corría unos kilómetros más en el andador.

De la vida en la Mir lo que menos me gustaba era el ejercicio diario. Era muy duro. Tenía que ponerme un arnés y atarlo con correas elásticas al andador. Para mantenerme unida al aparato debía tirar del correaje. Con un poco de práctica aprendí a correr. Además, me aburría sobremanera. El andador era tan ruidoso, que no podías conversar. Para distraerme me ponía el Walkman mientras corría, pero enseguida me di cuenta de que había cometido un gran error antes del vuelo. Había traído muy pocas cintas de música rápida. Por suerte había una gran colección en la Mir. En los seis meses de mi estancia las fui escuchando casi todas.

Acabados los ejercicios solíamos gozar de un largo almuerzo y volvíamos a trabajar. Muchas veces parábamos avanzada la tarde para tomar té. Cenábamos juntos. Para entonces habíamos terminado ya todas las actividades que nos asignaba el

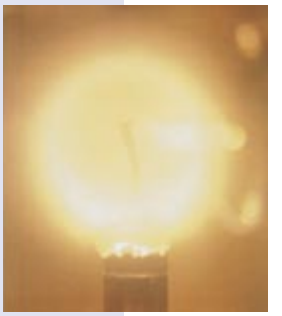
Fuegos en caída libre

Howard D. Ross

En la Tierra la gravedad moldea las llamas. Los gases calientes suben y crean una corriente ascendente que aporta oxígeno al fuego. Pero ni en la Mir ni en el transbordador espacial hay corrientes ascendentes. Los fuegos obtienen oxígeno de la difusión —la lenta deriva de las moléculas por el aire— o de corrientes de aire generadas por ventiladores. El Centro de Investigación Lewis de la NASA ha dirigido unos experimentos encaminados a determinar la propagación de las llamas en un entorno microgravitatorio. Nuestra investigación ha arrojado luz sobre la física de la combustión y gracias a ella puede la NASA establecer mejor los riesgos de incendio en una nave espacial.

¿Ardería una vela en microgravedad? Shannon Lucid encendió velas de varios tamaños en una cámara construida por la NASA para aislar el experimento de la atmósfera de la estación espacial; lo hacía tocando las mechas con un anillo de alambre calentado por una corriente eléctrica. Inmediatamente tras cada ignición la llama de todas las velas era semiesférica, con un brillante núcleo central amarillo. Como iba llegando menos oxígeno a la llama la cera se consumía casi cinco veces más despacio que en tierra. Pero la carencia de una corriente ascendente de aire aumentaba la conducción descendente de calor, hacia la vela, y en dos minutos se derretía entera. El fuego, sin embargo, no se extinguía; la tensión superficial mantenía la bola turbulenta de cera líquida unida a la mecha y al candelero.

Una vela que ardería unos 10 minutos en tierra alumbraba durante 45 en la Mir. Tras la ignición, pasados de 4 a 10 minutos, las llamas, demasiado frías para crear un hollín amarillo y luminoso, se volvían azules (*a*). Eran tan débiles, que las cámaras de vídeo de la estación espacial carecían de sensibilidad para grabarlas, ni siquiera cuando se apagaban las luces de la cámara de combustión. Lucid observó el interior y registró los resultados con fotos fijas y apuntes sobre la marcha. Al extinguirse el fuego, le esperaba la mayor sorpresa. Cuando encendió las luces de la cámara vio que una gran nube esférica rodeaba la mecha (*b*). Creemos que contenía gotas de cera condensadas en el aire más frío. Este fenómeno proporcionó una lección útil para la extinción de incendios en una nave espacial: aunque el fuego esté apagado, puede que de su fuente sigan manando materiales inflamables.



Los astronautas de la Mir y del transbordador espacial han estudiado también la combustión de plásticos y celulosas, y medido a qué velocidad se extienden las llamas con distintas corrientes de aire. En un entorno donde el aire esté en calma, la mayoría de los materiales arde más despacio con microgravedad que en tierra. Pero si hay una corriente lenta de aire —de 5 a 20 centímetros por segundo— algunos materiales se vuelven más inflamables. Una hoja de papel, por ejemplo, sometida a una corriente lenta de aire se quemará un 20 por ciento más deprisa en microgravedad que en tierra. Este resultado aporta otra lección de seguridad espacial: la primera línea de defensa contra el fuego es aquietar el aire apagando los sistemas de ventilación.

Otros experimentos se centraron en los fuegos de chorros de gas, en la combustión de gotas de combustible, en las mezclas de hidrógeno y aire y en los hollines producidos, en microgravedad, por los fuegos. La Estación Espacial Internacional tendrá una cámara de combustión completamente equipada que permitirá el progreso de estos estudios.

HOWARD D. ROSS dirige el programa de investigación de la División de Ciencia Microgravitatoria del Centro de Investigación Lewis de la NASA en Cleveland.

Formulario 24, pero quedaban las tareas domésticas: recoger la basura, organizar la despensa, limpiar el agua que se había condensado en las superficies frías. Las sobras son un problema en la Mir. Tras descargar los nuevos suministros de la nave no tripulada Progreso, que atracaba en la estación cada pocas semanas, poníamos los residuos humanos y la basura en los vehículos vacíos, que se quemaban al reentrar en la atmósfera. Pero no solía quedar sitio en la Progreso para los muchos elementos del instrumental científico que ya no valían.

Tras la cena, el control de la misión nos mandaba por el teleprinter el Formulario 24 del día siguiente. Si había tiempo, tomábamos té y unas golosinas —pastas o dulces— antes del último pase del día, por lo normal entre las 10 y las 11 de la noche. Nos despedíamos y nos retirábamos a nuestros cubiles. Flotaba hasta Spektr, abría mi saco de dormir y lo enganchaba a una barandilla. Solía dedicar un tiempo a leer y a escribir en mi ordenador cartas a casa (las enviábamos a los controladores de tierra por radio y ellos las remitían a mi familia por correo electrónico). A medianoche apagaba la luz y flotaba hacia mi saco de dormir. Dormía a pierna suelta hasta que a la mañana sonaba el despertador.

4. LO PEOR de la vida en la Mir: tener que correr todos los días en un andador mecánico (*arriba a la izquierda*). Los controles principales de la estación espacial están en el puesto de mando del Bloque Base (*arriba a la derecha*). El cosmonauta Yuri Usachev se ganó un postre de gelatina por

Huevos de codorniz y trigo enano

Rara vez cambiaba nuestra rutina en la Mir. Sin embargo, los días no resultaban monótonos. Vivía el sueño de un científico. Tenía mi propio laboratorio y trabajaba por mi cuenta buena parte del día. Antes de que un experimento me aburriese, había que empezar otro, con un instrumental distinto y de un campo diferente. Comentaba mi trabajo al menos una vez al día con Bill Gerstenmaier, el director de vuelo de la NASA, o con Gaylen Johnson, el médico de vuelo en jefe de la NASA, los dos en el control ruso de la misión. Coordinaban mis actividades con los investigadores principales, los científicos estadounidenses y canadienses que habían propuesto y diseñado los experimentos. Muchas veces, cuando yo acometía un experimento, Gerstenmaier hacía que los

haber encontrado la zapatilla perdida de Lucid (*abajo*). Lucid hizo experimentos con unas bolsas transparentes interconectadas donde se guardaban unos huevos de codorniz (*abajo a la izquierda*) y con una "caja guante" especialmente construida para investigar llamas y fluidos.

investigadores principales se sumasen a nuestras conversaciones de radio, para que pudieran responder cualquier pregunta que tuviese que formular. ¡Y en Estados Unidos eso era en mitad de la noche!

A mí me tocaba la parte de a bordo de los experimentos. Los datos y las muestras volvían a tierra con el transbordador espacial y se mandaban a los investigadores principales para que los analizaran y publicasen los resultados. Creo que mi experiencia en la Mir muestra el interés de investigar en las estaciones orbitales tripuladas. En algunos de los experimentos observé fenómenos sutiles que se le escaparían a un vídeo o a una cámara de fotos. Como los aspectos científicos de todos los experimentos me eran familiares, podía a veces examinar los resultados sobre la marcha y modificar los procedimientos como hiciese falta. Y si fallaba el instrumental, pocas veces no lo arreglábamos yo o uno de mis compañeros. De los 28 experimentos programados en mi misión sólo hubo uno que no diese resultado por culpa de una avería del instrumental.

El primer experimento del que me encargué en la Mir fue el examen del desarrollo de los embriones de unos huevos de codorniz japoneses fecundados. Los huevos subieron a la Mir en el mismo vuelo que me llevó a mí y se trasladaron a una incubadora de la estación espacial. A lo largo de los 16 días siguientes retiré uno a uno los 30 huevos de la incubadora y los puse en una solución de paraformaldehído al cuatro por ciento, que los fijaba para su posterior análisis. Almacenaba luego las muestras a temperatura ambiente.

Con esta descripción puede que parezca un experimento sencillo; mas para llevarlo a cabo en un entorno microgravitatorio les hizo falta imaginación a los ingenieros. Las reglas de seguridad de la NASA y de los rusos exigen que la solución fijadora vaya con tres capas contenedoras; una gota que se escape puede flotar hasta el ojo de un astronauta y causarle quemaduras graves. Los ingenieros del Centro de Investigación Ames de la NASA diseñaron

un sistema de bolsas transparentes interconectadas para introducir los huevos en el fijador y abrirlos. Además, el experimento entero estaba metido en una bolsa mayor cuya superficie llevaba adosados unos guantes con los que podía llegar a su interior sin abrirla.

Acabada mi misión el Ames y varias universidades analizaron los embriones de codorniz; querían ver si diferían de los que se habían desarrollado en una incubadora en tierra. Es notable que el porcentaje de anomalías entre los embriones de la Mir fuese de un 13 por ciento, más del cuádruple que entre los embriones de control. Se cree que ese aumento se debió a dos factores: una temperatura un poco mayor de la incubadora de la Mir y unos niveles de radiación mucho más elevados en la estación espacial. Otros experimentos determinaron que la radiación media a la que se está expuesto en la Mir es como la que se recibiría con ocho radiografías diarias. No obstante, se cree que un astronauta tendría que pasar al menos varios años en órbita para que aumentase apreciablemente el riesgo de cáncer.

Participé también en un experimento a largo plazo sobre el cultivo de trigo en un invernadero, en el módulo Kristall. Se pretendía conocer el desarrollo y maduración de la simiente de trigo en un entorno microgravitatorio. Encierra una potencial aplicación importante: el cultivo de plantas daría oxígeno y alimentos a los vuelos espaciales largos. Se escogió una variedad enana de trigo porque crece deprisa. Planté las semillas en un lecho de zeolita, material granuloso y absorbente. Un programa de ordenador controlaba la cantidad de luz y humedad que recibían. Fotografiaba todos los días los tallos y medía su crecimiento.

En instantes determinados recogía unas plantas y las conservaba en una solución fijadora para su ulterior análisis en tierra. Una noche, tras unos 40 días de cultivo, vi apuntar las espigas en los extremos de los tallos. Se lo dije entusiasmada a mis compañeros de la nave, que flotaban por allí para echar un vistazo. John Blaha, que me sucedió en la Mir, cosechó las plantas maduras unos meses después y trajo más de 300 espigas a tierra. Pero en la Universidad de Utah descubrieron que eran vanas, estaban todas vacías. Se conjeturó que el nivel bajo de etileno en la atmósfera de la estación espacial podría haber impedido la polinización del trigo. En una investigación posterior en la Mir, Michael Foale plantó una variedad de colza que polinizó con éxito.

La microgravedad de la estación ofrece también una plataforma excelente para los experimentos de física de fluidos y ciencia de materiales. Se quería mejorar aún más el entorno reduciendo al mínimo las vibraciones. La Mir vibra un poco mientras gira alrededor de la Tierra, y aunque un ser humano no puede percibirlo, sí afecta a los experimentos sensibles. También los movimientos de la tripulación y las corrientes de aire en la estación generan vibraciones. Para protegerlos de estas perturbaciones realizamos los experimentos en el Bastidor de Aislamiento Microgravitatorio, un dispositivo construido por la agencia espacial canadiense. La mitad superior del bastidor de aislamiento flota; sólo se mantiene en un sitio gracias a unos campos electromagnéticos.

Tras comprobar a fondo el bastidor lo empleé para aislar un experimento metalúrgico. Puse unas muestras metálicas en un horno que las calentaba hasta fundirlas. Los metales líquidos se difundían en unos tubos pequeños donde se enfriaban despacio. Los investigadores principales querían determinar la difusión de los metales fundidos en ausencia de convección. (En un entorno microgravitatorio los líquidos y los gases más calientes no ascienden y los más fríos no se van abajo.) Tras analizar los resultados, vieron que la velocidad de difusión es mucho menor que en tierra. Durante el procedimiento, una de las bandejas del horno se combó y hubo riesgo de que no pudiera completarse el experimento. Pero Usachev sacó, sencillamente, la bandeja, la llevó a una mesa de trabajo y la alisó a golpe de martillo. Ni que decir tiene que en una nave no tripulada no habría sido posible una reparación así.

Muchos de los experimentos aportaron datos útiles a los ingenieros que diseñan la Estación Espacial Internacional. Los resultados de nuestras investigaciones de física de fluidos les están sirviendo para construir mejores sistemas de ventilación y de soporte vital. Y nuestra investigación sobre propagación de las llamas en la microgravedad quizá conduzca a unos mejores métodos de extinción de incendios en la estación.

5. LOS EXPERIMENTOS SENSIBLES se instalaban en el Bastidor de Aislamiento Microgravitatorio (*a la izquierda del todo*) para protegerlos de las vibraciones. Lucid anotaba sus observaciones en un ordenador portátil (*arriba a la izquierda*). Los miembros de la tripulación se inyectaban unos a los otros vacunas para estudiar sus sistemas inmunitarios (*arriba*) y se tomaban muestras de sangre (*arriba a la derecha*). Un aparato ruso examinaba el sistema cardiovascular de Lucid creando alrededor de la mitad inferior de su cuerpo un vacío (*a la derecha*).

Seguridad espacial

Durante la misión acometí, además, observaciones terrestres. Oceanógrafos, geólogos y climatólogos le habían pedido a la NASA que se fotografiasen partes del planeta bajo distintas condiciones de iluminación y en diferentes estaciones. Tomaba las fotos desde la ventana de observación de Kvant 2 con una cámara Hasselblad. Vi que en un vuelo espacial prolongado se podía percibir el curso de las estaciones sobre la superficie del globo, lo que no sucede en las rápidas excursiones del transbordador. Cuando llegué a la Mir a finales de marzo las latitudes superiores del hemisferio norte estaban cubiertas de hielo y nieve, pero en unas semanas observé enormes fracturas en los lagos; el hielo se quebraba. En un abrir y cerrar de ojos el hemisferio norte resplandecía con el verde de la primavera.

Tomamos registro de sucesos inhabituales en la superficie de la Tierra. Cierto día, al pasar sobre Mongolia, vimos gigantescos penachos de humo, como si el país entero estuviese en llamas. La cantidad de humo nos impresionó tanto, que se lo contamos a los controladores de tierra. Unos días después nos dijeron que iban llegando noticias de unos inmensos incendios forestales en Mongolia.

Lo más importante en un vuelo tripulado largo no es la técnica de la nave sino la composición de la tripulación. La razón principal del éxito de la misión Mir estribó en que fuéramos tan compatibles el comandante Onufriyenko, el ingeniero de vuelo Usachev y

6. LUCID, USACHEV Y EL COMANDANTE Yuri Onufriyenko posan para una foto de grupo en el módulo Priroda (*a la izquierda*). Su amistad se conserva pasada la misión. Lucid leyó 50 libros en los seis meses que pasó en la Mir; guardaba algunos en una estantería de gravedad cero (*derecha*).

yo. Con mucha facilidad nos habrían separado la lengua, el sexo o la cultura, pero no fue así. Mis compañeros rusos ponían cuidado siempre en incluirme en sus conversaciones. Cuando era práctico colaborábamos en los proyectos. No nos pasábamos el tiempo criticándonos unos a otros; si se había cometido un error, veíamos cómo había sido, se corregía y olvidaba.

Dada la competencia de mis compañeros, siempre me sentí a salvo en la Mir. Cuando comenzó mi misión, la estación espacial llevaba ya 10 años en órbita, el doble de lo previsto. Onufriyenko y Usachev se tenían que pasar la mayor parte del tiempo cuidando de la estación, cambiando los elementos que fallaban y controlando los sistemas de los que depende el soporte vital. Descubrí enseguida que mis compañeros podían arreglar lo que fuera. Hay almacenadas muchas piezas de repuesto en la Mir, y la nave Progreso trae más a medida que se necesitan. A diferencia del transbordador espacial, la Mir no puede volver a la Tierra para efectuar reparaciones; se enseña a las tripulaciones a mantener la estación en funcionamiento.

En la Mir se dispone de tiempo para salir al paso de las averías. Si falla algo en el transbordador, hay que prestarle inmediata atención, pues es el único medio de volver a tierra; si se estropea una pieza de una parte vital del equipamiento, los astronautas han de repararla deprisa o terminar la misión antes de tiempo, lo que ha pasado algunas veces. Pero la Mir tiene un salvavidas: siempre lleva al menos una nave Soyuz adosada. Una avería en la Mir no amenaza la vuelta segura a casa de la tripulación. Mientras la estación espacial siga siendo habitable, los miembros de la tripulación pueden analizar qué ha pasado, hablar con el control de la misión y corregir el fallo o dejarlo.

Sólo dos situaciones fuerzan a la tripulación de la Mir a una pronta intervención: un incendio o una despresurización rápida. Ambas cosas ocurrieron en 1997, después de que yo me marchara. En los dos casos los tripulantes atajaron el daño.

Se suponía que mi misión había de terminar en agosto de 1996, pero mi vuelo de vuelta —la misión STS-79 del transbordador— se retrasó seis semanas mientras los ingenieros de la NASA estudiaban unas pautas anormales de combustión en los propulsores de estado sólido durante un vuelo anterior del transbordador. Cuando me enteré del retraso, mi primera reacción fue: "¡Oh, no!, ¡otro mes y medio de andador no!" A causa del retraso estaba todavía en la Mir cuando llegó una nueva tripulación rusa en la Soyuz que relevaba a Onufriyenko y Usachev. Para cuando por fin volví a tierra con el transbordador *Atlantis*, el 26 de septiembre de 1996, me había apuntado 188 días en el espacio, récord americano que aún perdura.

En junio ha vuelto a tierra Andrew Thomas, el último de los siete astronautas de la NASA que ha vivido en la Mir en estos tres años. Ha terminado el programa Transbordador-Mir. Basándome en mi propia experiencia, creo que se pueden sacar varias lecciones válidas para la Estación Espacial Internacional. La primera es que hay que escoger con cuidado la tripulación. Por mucho que la estación sea lo último en técnica futurista, si los tripulantes no disfrutan trabajando unos con otros el vuelo será una triste experiencia. Otra es que la NASA debe ser consciente de que un vuelo largo encierra sus peculiaridades. En un vuelo de dos semanas del transbordador —lo habitual—, los controladores de tierra de la NASA asignan alguna tarea a cada momento del tiempo de los tripulantes. Pero en uno largo habrá que tratarlos como si se hallaran en un laboratorio terrestre. Deberán tener algún control sobre su programación diaria.

De manera similar, cuando una tripulación se prepara para una misión en el transbordador espacial los miembros ensayan todos los procedimientos hasta que los hacen casi de forma mecánica. El entrenamiento para una misión de la Estación Espacial Internacional habrá de ser diferente. Cuando un tripulante empiece un experimento nuevo en un vuelo largo a lo mejor hará ya seis meses desde que se adiestrase para ello. Tendrá que pasar un tiempo repasando el experimento. El entrenamiento, pues, deberá atender no tanto a la reiteración de cada procedimiento concreto cuanto a la capacitación y habilidad que se necesitarán durante el vuelo. Los experimentos deberían diseñarse de forma que el astronauta conozca la ciencia que abarquen y pueda juzgar sobre la marcha qué hacer. Un tripulante cuya inteligencia cuenta es un tripulante feliz.

Cuando pienso en los seis meses que me pasé en la Mir se me agolpan los recuerdos. Pero hay uno que

Aprender de los desastres

El de 1997 no fue un año bueno para la Mir. El 23 de febrero el generador de oxígeno con combustible sólido del módulo Kvant 1 empezó a arder. Se creó una llama de soplete que alcanzó los 500 grados de temperatura. La tripulación de la Mir —de la que en esos momentos formaba parte Jerry Linenger— se precipitó hacia las máscaras de oxígeno y extintores. La espuma de agua destilada de éstos no pudo apagar el incendio, pero mantuvo frías las paredes de la estación espacial hasta que el fuego se consumió por sí solo 14 minutos después. No hubo heridos, pero la tripulación hubo de llevar mascarillas varios días por miedo a la contaminación por humo.

Cuatro meses después ocurrió un contratiempo aún peor. El 25 de junio el comandante de la Mir calculó mal el acercamiento de la nave de suministros Progreso mientras probaban un nuevo sistema de atraque de ésta en aquélla. La Progreso se estrelló contra una batería de paneles solares (*a la derecha*) y perforó el casco del módulo Spektr. Como el aire iba escapándose de la estación espacial, Michael Foale —que había reemplazado a Linenger el mes anterior— corrió a la nave de evacuación Soyuz y empezó a preparar la partida. Por suerte, la perforación era pequeña y la tripulación pudo sellar Spektr y represurizar el resto de la estación.

Bajo la impresión de los accidentes el Congreso de los Estados Unidos pidió que se revisara de arriba abajo el programa Transbordador-Mir. La NASA convocó dos comités para que estudiaran con qué seguridad se enviaban astronautas a la Mir; en septiembre se decidió seguir adelante con las dos misiones finales. Pero las críticas contra la NASA han suscitado preocupación acerca de la etapa siguiente del programa cooperativo, la construcción de la Estación Espacial Internacional. Muchos tipos de equipamiento usados en la Mir —incluidos los generadores de oxígeno con combustible sólido— se usarán también en los módulos rusos de la nueva estación espacial.

PANEL SOLAR deteriorado por el choque de la Progreso

A fin de reducir los riesgos de otro fuego o de otra despresurización, la NASA ha colaborado con los rusos para determinar las causas de los accidentes. Se desconoce todavía el origen del fuego. El generador con combustible sólido quema perclorato de litio para producir oxígeno. Las tripulaciones de la Mir emplean estos dispositivos como auxiliares del generador primario de oxígeno de la estación. Algunos ingenieros de la NASA creen que el generador con combustible sólido podría haber quedado dañado por los múltiples encendidos fallidos de su sistema de ignición. Los responsables rusos y americanos se proponen modificar este sistema y blindarlo más.

Las causas de la colisión de la Progreso están más claras. La prueba del nuevo sistema de atraque se planeó mal. Se suponía que Vasili Tsibliyev, comandante entonces de la Mir, calibraría la distancia entre la Progreso y la estación espacial mediante la imagen de vídeo de la Mir que tomaba una cámara instalada en la nave de suministro. Pero el ángulo de acercamiento era tal, que tras la Mir aparecía en el monitor de vídeo la Tierra y así era más difícil verla. Además, para la prueba, que se efectuó mientras la estación estaba incomunicada con tierra, se desconectó su radar.

Los encargados de la NASA desconocían estas deficiencias. Para evitar una colisión parecida en la Estación Internacional Espacial —que tendrá tres puertos de atraque para las naves rusas y europeas, y dos para el transbordador espacial—, los responsables americanos insisten en que se les permita examinar más las pruebas de atraque rusas. Dice Frank Culbertson, director del programa Transbordador-Mir: "Nuestras garantías de seguridad han mejorado. A los incidentes futuros nos enfrentaremos con una tripulación y un equipo en tierra más expertos."

—Mark Alpert, de la redacción

resume el legado del programa Transbordador-Mir. Una noche Onufriyenko, Usachev y yo habíamos cenado ya y flotábamos en torno a la mesa. Bebíamos té, comíamos pastas y charlábamos. Sentían curiosidad por mi niñez en Texas y Oklahoma. Onufriyenko habló del pueblo ucraniano donde pasó la suya; Usachev recordó su pueblo ruso. Al cabo de un rato nos dimos cuenta de que los tres habíamos crecido con el mismo miedo: a una guerra atómica entre nuestros países.

Viví mis años de colegio con terror a la Unión Soviética. Practicábamos alarmas de bombardeo en clase; nos acurrucábamos bajo los pupitres sin preguntarnos nunca por qué. De manera parecida, Onufriyenko y Usachev crecieron sabiendo que los bombarderos o los misiles de los Estados Unidos podían borrar de la faz de la Tierra los pueblos donde vivían. Nos maravillamos de adónde habían ido a parar las cosas. Ahí estábamos, juntos en una estación espacial con paz y armonía, viniendo de naciones que hacía sólo unos años eran enemigas juradas. Y, además, nos lo pasábamos muy bien.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

DIARY OF A COSMONAUT: 211 DAYS IN SPACE. Valentin Lebedev. PhotoResource Research, 1988, y Bantam Books, 1990.

Hay información sobre el programa Transbordador-Mir en Internet en http://shuttle-mir.nasa.gov.

Hay información sobre la Estación Espacial Internacional en Internet en http://station.nasa.gov.

INVESTIGACION y CIENCIA

Julio de 1998 Número 262

6

Seis meses en la Mir
Shannon W. Lucid

"Al menos una vez cada día, a menudo muchas más, flotaba sobre la gran ventana de observación del módulo Kvant 2 de la Mir y me quedaba mirando la Tierra, allá abajo, o las profundidades del universo... Ni una sola vez dejó de conmoverme la majestad de la vista." Así empieza el relato que Lucid hace de su estancia en la estación espacial rusa.

16

Genética y cognición
Robert Plomin y John C. DeFries

Estudios de hermanos gemelos y adoptados sugieren que alrededor de la mitad de la variabilidad que se observa en la competencia verbal y espacial tiene una base genética. Los autores, tras acotar los genes responsables de esas diferencias, se proponen identificar también los genes implicados en discapacidades cognitivas y en la dislexia.

24

TENDENCIAS EN ECONOMIA

Un cálculo del riesgo
Gary Stix

Wall Street ya no es la morada exclusiva de operadores sagaces, fiados en su intuición. Ahora, físicos y otros expertos en disciplinas exactas están construyendo modelos matemáticos para fijar los precios de opciones e inversiones, buscando eliminar el riesgo de las carteras de valores.

48

LA TELEVISION CAMBIA DE IMAGEN

Un nuevo brillo en las pantallas de televisión
Alan Sobel

La gran resolución que ofrecen las señales vídeo de alta definición podrá apreciarse íntegramente en unas grandes pantallas planas, comparables a una pintura de un metro de diagonal, basadas en la descarga a través de plasma ionizado. La ingeniería tiene ahora que esforzarse por abaratar su precio.

56

Advenimiento de la televisión digital
Jae S. Lim

Medios de comunicación, fabricantes de televisión y organismos estatales de EE.UU. han llegado a un acuerdo final sobre normas aplicables a las próximas emisiones digitales. El autor, participante en el debate, describe modos de mejorar la TV digital y ofrecer más opciones a los espectadores.